

DOKUMENTASI
PUSIDO BSN

Menara pendingin air – Rancangan pra-pabrikasi di pabrik

MENARA PENDINGIN AIR - RANCANGAN PRA-PABRIKASI DI PABRIK

1. RUANG LINGKUP

Standar ini, merupakan adendum SNI. 05-3000-1992, *Menara Pendingin Air - Rancangan Termal dan Fungsional*, menetapkan persyaratan untuk perancangan, bahan, perawatan dan pengujian atas menara pendingin pra-pabrikasi di pabrik.

Standar ini harus digunakan bersama dengan SNI.05-2998-1992, *Menara Pendingin Air - Tata Nama* ; SNI.05-2999-1992, *Menara Pendingin Air - Cara Uji* .

2. DEFINISI

2.1. Kebisingan Sekeliling (ambient noise) :

Tingkat kebisingan dari semua sumber sekeliling menara tetapi tidak termasuk kebisingan menara.

2.2. Indeks Arah

Perbedaan tingkat kebisingan, yang dinyatakan dalam dB, antara tingkat kebisingan pada jarak r dari pusat bola uji dalam arah yang dimaksudkan dengan tingkat kebisingan rata-rata pada permukaan bola uji dengan jari-jari r keseluruhan arah.

2.3. Medan Bebas

Bagian dari medan suara dimana pengaruh batas medan dapat diabaikan.

2.4. Perbedaan Bola

Radiasi suara dengan nilai teoritis ± 1 dB untuk sebuah sumber titik pada permukaan bidang pantul.

2.5. Radiasi pada Kondisi

Radiasi pada kondisi penyimpangan bola.

2.6. Isoterm.

Garis khayal yang menghubungkan titik-titik bersuhu sama.

2.7. Tingkat Tekanan Suara Rata-rata

Tingkat tekanan suara rata-rata dari enersi suara dalam suatu pita frekuensi tertentu

2.8. Tingkat Tekanan Suara.

Tingkat letak yang diukur dengan sebuah meteran pada titik di dalam sebuah medan suara.

2.9. Bola Uji.

Sebuah bola dengan jari-jari r pada tempat pengujian di mana terdapat penyimpangan bola.

Catatan : Jari-jari harus sekurang-kurangnya dua kali lipat dari dimensi menara yang terbesar.

3. SIMBOL.

Simbol ini adalah ketentuan umum untuk perancangan kipas dan pengendalian kebisingan.

=====		
Simbol	Keterangan	Satuan
<hr/>		
Dl	Indeks arahan dalam arah l.	-
H	Tingkat kekuatan suara	dB
Lm	Tingkat tekanan suara rata-rata	dB
Lb	Tingkat tekanan pita suara rata-rata	dB
Lw	Tingkat kuat suara kipas	dB
n	Jumlah posisi pengukuran	-
P	Tekanan suara yang terukur	Pa *
Pc	Ipedansi akustik udara	Pa s/m ³
Po	Tekanan suara acuan	2 x 10 ⁻⁵ pa*
P	Daya Suara	W
Po	Daya Suara Acuan	1 pW
r	Jari-jari ruang uji setengah bulat	m
Wd	Daya penggerak kipas	kW

=====

* Catatan : 1 Pa = 1 N/m²

4. DATA TEKNIK DASAR PEMILIHAN MENARA

Menara yang dimaksud dalam addendum ini adalah yang dilengkapi dengan perlengkapan mekanis bertenaga listrik. Untuk jenis-jenis menara lain dapat dilakukan perubahan-perubahan yang sesuai.

4.1. Keterangan Yang Diberikan oleh Pemesan

Keterangan ini dapat diberikan oleh pemesan untuk keperluan tender atau dalam bentuk daftar isian yang diajukan oleh pabrik pembuat kepada pemesan.

4.1.1. Lokasi Pemasangan.

- a. Aturan Setempat ;
- b. Ketinggian dari atas permukaan tanah :m
- c. Ketinggian dari atas permukaan laut :m
- d. Perkiraan kecepatan angin maksimum :m/s

4.1.2. Rincian Tempat Pemasangan.

- a. Luas yang disediakan : Panjang m, lebar.....m
- b. Batas ketinggian : min.....m, maks.....m
- c. Batasan lainnya
- d. Sketsa lokasi menara pendingin dan arah angin

4.1.3. Jenis Menara yang Diperlukan

4.1.4. Batasan-batasan Menara Pendingin.

- a. Jumlah menara masing-masing sel....
- b. Berat angkut maksimumkg
- c. Berat operasi maksimumkg
- d. Ukuran maksimum yang diizinkan dari bagian yang terbesar
 - Panjang :m
 - Lebar :m
 - Tinggi :m
- e. Dengan/tanpa wadah (coret yang tidak perlu)

4.1.5. Kapasitas air sirkulasi

Kapasitas air sirkulasi setiap menara /detik dengan air dari °C ke °C.

4.1.6. Keadaan udara sekeliling

- a. Suhu bola kering maksimum °C, minimum °C.
- b. Suhu bola basah °C.
- c. Kelembaban Nisbi % dari suhu bola kering

4.1.7. Penyediaan listrikVphaseHz.

4.1.8. Tingkat Kebisingan

Persyaratan rancangan dan tingkat kebisingan yang diperlukan
dicari pada titik yang ditentukan pada sketsa dalam 4.1.2. d.

4.1.9. Ketentuan-ketentuan tambahan

4.1.10. Rincian Air

- a. Tipe
- b. Analisanya, bila diketahui
- c. Sumber air.
- d. Rincian pengolahan air, bila diketahui
- e. Tingkat kebersihan yang disarankane/s
- f. Tekanan air tersedia (head pressure) untuk air tambahan k/Pa.
- g. Tekanan yang tersedia pada saluran masuk menara ... k/Pa
- h. Perkiraan kontaminasi yang mungkin terjadi.

4.1.11. Keterangan tambahan

(termasuk peraturan- peraturan legislatief dan pengolahan di lapangan).

4.2. Keterangan harus diberikan oleh Pabrik.

Keterangan ini diperlukan untuk penilaian persyaratan pemesan dan untuk menampung kebutuhan dalam rancangan struktur.

4.2.1. Spesifikasi.

- a. Tipe menara
- b. Jumlah menara
- c. Daya angkut maksimumKg.
- d. Daya operasi maksimumKg.
- e. Berat bersihKg.
- f. Diagram distribusi berat terlampir, ya/tidak
(coret yang tidak perlu)

g. Ukuran maksimum dari bagian yang paling berat

- Panjang :m
- Lebar :m
- Tinggi :m

4.2.2. Kapasitas air sirkulasi setiap menara l/dtk, dengan air °C ke °C dalam suhu bola udara sekeliling °C.

4.2.3. Pengemasan Menara.

- a. Tipe :
- b. Bahan :

4.2.4. Kasing

- a. Bahan
- b. Usaha Perlindungan

4.2.5. Wadah

- a. Bahan
- b. Jumlah air yang ditampung ;
 - (i) Kondisi kerjam³
 - (ii) Kondisi batas air maksimumm³

4.2.6. Kipas

- a. Tipe
- b. Aliran Udara setiap menaram³/dtk
- c. Tekanan statis kipask.Pa
- d. Jumlah kipas: (i) setiap poros penggerak;
(ii) per motor.
- e. Kecepatan kipasr/min
- f. Penanganan udara basah atau udara sekeliling.

4.2.7. Motor

- a. Jumlah setiap menara.
- b. Dayakw per motor
- c. Tenaga yang diizinkan kw per motor
- d. Kecepatanr/min
- e. Penyediaan listrikV.....phaseHz
- f. Ukuran rangka
- g. selungkup
- h. Buatan pabrik
- i. Aliran udara basah dalam/luar (Coret yang tidak perlu)

4.2.8. Rincian Penggerak

4.2.9. Sistem distribusi

- a. Tipe
- b. Tekanan minimum pada saluran masuk menarak.Pa.

4.2.10. Eliminator.

- a. Bahan
- b. Aliran yang mungkin hilang %

4.2.11. Air Tambah

Termasuk / Tidak termasuk penjernihan / pembilasan yang disarankan
(coret yang tidak perlu)

4.2.12. Tingkat kebisingan sesuai/tidak sesuai dengan butir 4.1.8.
(coret yang tidak perlu).

4.2.13. Keterangan tambahan

Penjelasan keterangan untuk 4.1. dan 4.2. Catatan pada 4.1.2. dan 4.1.4.: Batasan untuk lokasi, harus dijelaskan kepada pabrik, perhatian khusus ditujukan kepada :

- a. Batasan kendaraan pengangkut
- b. Batasan bagi menara pendingin memasuki gedung.
- c. Batasan rancangan gedung untuk aliran udara
- d. Rincian dari keadaan sekitar, antara lain : Cerobong asap, kipas ventilasi pembuang (discharge) atau pembuangan bahan proses lainnya.

Catatan : butir 4.1.3. :

Apabila tipe menara tertentu, misal aliran udara, induksi aliran air dan lain-lain diminta oleh pemesan harus dijelaskan untuk mengurangi alternatif yang diusulkan oleh pabrik pembuat.

Catatan untuk 4.2.1.b. mengacu butir 7.1.2.

Pertimbangan harus diberikan kemungkinan panas sekeliling yang diberikan pada suhu udara masuk dari menara pendingin.

Catatan untuk 4.2.1.

Tipe menara yang diusulkan oleh pabrik pembuat, misal arus aliran udara tekan, aliran silang, aliran udara isap dan lain-lain.

Catatan untuk 4.2.2. (b)

Setiap pengerjaan khusus harus sesuai dengan butir 6.

5. TIPE-TIPE MENARA ALIRAN UDARA MEKANIS

Gerakan udara melalui menara terjadi dengan cara lain dari aliran alamiah. Dengan cara ini perancang dapat mengatur pemasukan dan jumlah yang tepat dari udara kecepatan udara yang sesuai dapat dipilih, yang hanya harus dapat diperlihatkan adalah kebisingan dan pertimbangan ekonomis.

5.1. Menara Aliran Udara Tekan.

Lihat butir 6.3.3. dari SNI. 05-3000-1992, *Menara Pendingin Air - Rancangan Termal dan Fungsional*, bagian II dan gambar 1 (a) dari adendum ini.

5.2. Menara Aliran Udara Isap.

Lihat butir 6.3.4. dari SNI.05-3000-1992, *Menara Pendingin Air - Rancangan Termal dan Fungsional*.

5.3. Menara Aliran Silang.

Lihat butir 6.3.6. dari SNI. 05-3000-1992, *Menara Pendingin Air - Rancangan Termal dan Fungsional*, serta 1 (b) dari adendum ini.

5.4. Menara Pengisian - Sembur

Pada menara pengisian-sembrur ini udara mengalir oleh isapan akibat semburan air, lihat gambar 1(c)

5.4.1. Keuntungan Dasar

Kelebihan-kelebihan dasar meliputi :

- a. Biaya rendah
- b. Tidak ada bagian yang bergerak
- c. Tingkat kebisingan rendah.

5.4.2. Kekurangan Utama.

Kekurangan utama menara pengisian-sembr adalah:

- a. relatif berukuran besar
- b. perlu tekanan pompa tinggi
- c. lebih peka terhadap angin dibandingkan menara jenis lain

6. RANCANGAN MENARA

6.1. Pengisi

Lihat butir 9.1. dari SNI. 05-3000-1992, *Menara Pendingin Air - Rancangan Termal dan Fungsional*.

6.2. Penghapus (Eliminator)

Semua jenis menara pendingin pra-pabrikasi di pabrik menuntut eliminator yang efisiensi untuk memperkecil percikan. Lihat butir 9.2. dari SNI. 05-3000-1992, *Menara Pendingin Air - Rancangan Termal dan Fungsional*.

6.3. Sistem Distribusi Air.

Lihat butir 10.1. dari SNI. 05-3000-1992, *Menara Pendingin Air - Rancangan Termal dan Fungsional*.

6.4. Wadah Air Dingin

Semua wadah harus mempunyai penopang yang kuat untuk menyangga berat air yang ditampung. Pengisapan keluar dari wadah air dingin harus dilengkapi dengan kawat kasa yang berfungsi sebagai penyaring pipa aliran keluar, kalau tidak demikian kehilangan tekanan yang tinggi akan terjadi pada pipa isapan keluar yang akan menyebabkan tinggi muka air antara saringan dan mulut pipa keluar akan berkurang.

Kedalaman minimum dari air harus cukup untuk menghidarkan masuknya udara. Peralatan khusus "anti Vortex" harus dipasangkan bersama penyangga saringan yang berfungsi sebagai pengurang dalam air di atas penghisap keluar.

Untuk sekat yang berlubang-lubang atau anyaman logam, maka ukuran lubang rata-rata harus 6 mm, jika lubang kecil, maka saringan harus sering dibersihkan karena seringkali terjadi penyumbatan dan jika ukuran lubang lebih besar, maka alat-alat lain dari sistem ini, bila ini lebih tinggi dari permukaan air di dalam wadah.

Dengan maksud untuk mencapai hasil yang maksimum dari pengolahan air (water treatment) dan untuk menunjang kebersihan umum serta kondisi operasi yang memuaskan, maka beberapa segi istimewa peralatan seperti berikut harus dapat digabungkan dalam wadah air dingin.

- a. Sebuah penghalang lumpur harus dipasang, jika bagian bawah sambungan pipa keluar dari buangan 50 mm dari dasar wadah, tingginya tidak boleh di bawah 100 mm tingginya dan dipasang 450 mm sampai 600 mm dari sambungan saluran keluar, sehingga bekerja untuk menghalangi endapan yang mudah bergerak.
- b. Pada sisi menara harus dipasang satu atau lebih untuk pemeriksaan, agar dapat masuk menara dengan cepat sehingga perawatan dapat dilakukan dalam waktu singkat dan dengan efisiensi maksimum.

6.5. Sambungan Penguras dan Pembuangan

Untuk pengurasan lebih baik dipasang lubang ukuran besar agar pengurasan dapat dilakukan dengan cepat dan mudah dan juga agar endapan dan kotoran dapat dialirkan keluar.

6.6. Tinggi Muka Air dan Air Tambahan

Menara harus dilengkapi dengan sambungan pipa air tambahan yang dapat menghasilkan tidak kurang dari 2% dari jumlah sirkulasi air (1 % untuk menggantikan kebocoran-kebocoran). Angka ini didasarkan 5°C tingkat pendingin dan memerlukan variasi yang sebanding dengan unjuk kerja yang dibutuhkan. Air tambahan masuk wadah penyimpanan di bawah menara pendingin melalui sebuah katup pengontrol, yang dipasang dengan erat disisi wadah atau pada penyangga dekat dengan wadah.

Katup pengendali harus terpisah di suatu tempat dalam wadah dan tidak mengganggu pelampung pipa penghisap keluar dan dari sirkulasi udara. Terkadang disarankan agar dipasang sambungan langsung untuk pengisian cepat dilengkapi dengan katup tangan.

Sebuah sambungan untuk aliran lebih (luap) harus ditempatkan dipasang antara keadaan muka air sedang beroperasi dengan tinggi/ permukaan sambungan katup tambahan. Harus ada jarak vertikal yang cukup aliran lebih (overflow) dan permukaan air yang dijaga oleh katup pengendali untuk (menghindari) mengimbangi seluruh air yang mungkin balik ke tangki waktu pompa berhenti. Ini termasuk air dalam pipa kerja di atas tangki dan terisi selama sistem operasi distribusi dan penyaringan.

Catatan : Kalau digunakan pengisi dari bahan yang menyerap air, katup pengendali muka air harus diatur beberapa cm dibawah muka air tenang (waktu pompa berhenti), sedang lubang peluap harus ditempatkan di atas muka air tenang tersebut.

6.7. Kipas

Umumnya untuk menara pendingin lebih disukai kipas aliran aksial, tetapi bila diinginkan tingkat kebisingan yang lebih rendah akan lebih baik/lebih tepat menggunakan kipas sentrifugal. Perlu dicatat, bahwa oleh karena pembesaran dan berat untuk tugas/bebas yang sama, pemakaian ini terutama terbatas bagi menara pendingin dengan aliran udara tekan.

Pemakaian kipas pada menara pendingin aliran udara tekan atau aliran udara hisap dibutuhkan dua atau lebih kecepatan dalam operasinya, misalnya ; motor berkecepatan dua atau berkecepatan variabel harus diperiksa dengan pabrik pembuat untuk menjamin bahwa kipas tidak bekerja pada kecepatan kritis.

Ditinjau dari sudut kecepatan kritis, hal ini perlu untuk menjamin bahwa konstruksi kipas dan jumlah bilah kipas sesuai dengan kerangka penggerak.

Semua bilah kipas dengan model yang dapat disesuaikan, harus diatur pada sudut kemiringan yang sama untuk menghindarkan ketidak seimbangan gaya-gaya aerodinamik. Semua kipas menara pendingin harus diseimbangkan secara statis (dan dinamis, jika diperlukan).

Bila rancangan kipas mempunyai sudut kemiringan variabel atau jenis kipas yang bilahnya dapat dilepas, maka setiap kipas harus diberi nomor atau diberi tanda agar mudah dirakit kembali.

Catatan Untuk rincian penggerak kipas, lihat butir 11.4. dari SNI.05-3000-1992, *Menara Pendingin Air - Rancangan Termal dan Fungsional*.

6.7.1. Kipas Aliran Udara Isap

Kipas yang digunakan untuk menara pendingin harus dapat beroperasi dalam kondisi panas dan kelembaban tinggi (mendekati 100% r.h.) Biasanya disambung langsung dengan motor listrik atau digerakkan dengan memakai V - Belt atau roda gigi (Gears).

Kipas aliran udara isap yang selalu basah oleh percikan air harus dibuat dari bahan yang mempunyai lapis lindung yang dapat menahan efek- efek karat yang ditimbulkan oleh air sirkulasi yang mengenai bilah dan poros.

6.7.2. Kipas Aliran Udara Tekan

Pada umumnya dibuat dengan diameter sampai 1,6 m disambung langsung dengan unit penggerak. Kipas aliran udara tekan biasanya harus dipasang pada sebuah rumah kecil disamping bagian bawah menara atau pada bidang miring, agar bagian bawah rumah kipas terhindar dari tetesan terdekat air jatuh.

Kipas aliran udara tekan biasanya dipasang pada sisi samping bagian bawah menara atau pada bidang miring, agar bagian bawah rumah kipas dijauhkan dari jatuhnya air, sehingga air yang masuk ke dalam rumah kipas dapat dikembalikan ke dalam wadah.

Catatan : Untuk tindakan pencegahan lihat butir 12.2. pada SNI.05-3000-1992, *Menara Pendingin Air - Rancangan Termal dan Fungsional* dan SII.1352-85, *Pengujian Tingkat Pelindung Mesin Listrik Berputar*.

7. BAHAN.

7.1. Bahan Untuk Kerangka

Pada umumnya bahan baku yang dipergunakan dalam pembuatan menara adalah :

- a. Alumunium
- b. Semen Asbestos
- c. Keramik
- d. Plastik
- e. Baja
- f. Kayu

Tabel 1 : menunjukkan sifat korosi dari bahan yang umumnya digunakan.

7.1.1. Alumunium

Paduan alumunium harus dipilih yang memenuhi persyaratan dalam SNI.07-2122-1991, *Profil Alumunium Ekstrusi untuk Keperluan Konstruksi Umum*. Lembaran alumunium yang digunakan tidak boleh kurang dari 1,6 mm tebalnya dan tidak dianjurkan untuk kondisi dimana nilai pH kurang dari 6 atau lebih dari 8,5.

Alumunium bersifat anodik terhadap bahan-bahan lain dan jika berhubungan langsung dengan bahan lain, maka dapat terjadi korosi elektrolitik, oleh karena itu sebaiknya dihindarkan kontak langsung dengan bahan lain.

7.1.2. Semen Asbestos

Keuntungan yang didapat dengan menggunakan semen asbestos adalah tahan api, tahan cuaca, dan dapat ditingkatkan lagi dengan lapisan glasur.

Kekurangannya adalah akibat karbonisasi permukaannya oleh udara mengakibatkan menurunnya tahanan terhadap benturan. Untuk kekuatan yang sama karena getaran mekanik.

7.1.3. Plastik

Kelebihan yang diperoleh dengan penggunaan plastik adalah sifatnya yang ringan, perbandingan yang baik antara kekuatan terhadap beratnya dan tidak berkarat.

Semua bahan plastik mempunyai batasan dalam penggunaannya dalam hal kekuatan fisik yang berkaitan dengan suhu. Suhu kerja maksimum yang diizinkan untuk sesuatu bahan bergantung pada komposisi kimianya, tetapi sebagai pegangan umum dapat digunakan nilai-nilai maksimum sebagai berikut :

- a. plastik berpenguat gelas (GRP) 80°C sampai 100°C bergantung pada jenis resin yang digunakan ;
- b. polivinil klorida (PVC tidak plastis) 60°C ;
- c. Polietilen kerapatan tinggi 60°C ;
- d. polipropilen 90°C;
- e. akrilonitril-butadin-stiren 70°C.

Perlu dipertimbangkan pengaruh gerakan termal, pengerasan bahan dan kejutan termal dalam rentang suhu air ambien pada kondisi mana menara pendingin dituntut beroperasi. Perlu pula dipertimbangkan kemungkinan merosotnya kualitas bahan plastik akibat pengaruh sinar ultra-ungu dan pencemaran udara oleh bahan pelarut.

Semua plastik berlapis harus dari jenis yang tahan air. Untuk perlindungan terhadap kebakaran, maka semua bahan plastik harus mempunyai sifat memadamkan api sendiri.

7.1.4. Baja Lunak (Mild Steel)

Keuntungan yang didapat dengan memakai baja ini adalah ringan, mudah dirakit, dan biaya yang rendah. Tetapi harus memakai bahan pelindung, karena tidak tahan terhadap korosi yang berlebihan. Sambungan las lebih disukai dengan sambungan kling. Sambungan tidak boleh terputus-putus untuk menghindari pori-pori yang dapat mengurangi sifat adhesi lapisan pelindung terakhir.

Tabel lembaran selubung menara pendingin biasanya 1,5 sampai 4 mm sesuai dengan ukuran selubung. Baut dan pengencang harus terlindungi dengan baik terhadap korosi.

7.1.5. Lapisan Lindung untuk Baja Lunak.

Lapisan lindung sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Untuk baja lunak ringan yang dipakai dalam perakitan menara pendingin harus digunakan salah satu dari lapisan lindung berikut :

- a. Galvanis secara celup panas.
- b. Lembaran konstruksi yang digalvanis sebelumnya.
- c. Baja lapis seng
- d. Cat atau lapisan pelindung lainnya.

7.1.5.1. Galvanis Secara Celup Panas

Galvanisasi celup panas atas baja lunak setelah pabrikasi harus sesuai dengan persyaratan dalam ISO.1459-1961.

7.1.5.2. Lembaran Konstruksi yang Digalvanis Sebelumnya

Lembaran konstruksi yang digalvanis sebelumnya harus dari tipe H1 sebagai yang disebutkan dalam tabel 4 , pada BS.2989-1975.

7.1.5.3. Baja Lapis Seng

Baja lunak yang dilapisi seng harus dilapisi secara elektrolit, sesuai dengan SNI. 07-0730-1989, *Baja Lembaran Lapis Seng Elektrolitik*.

7.1.5.4. Cat dan Lapisan Pelindung Lainnya.

Lapisan yang dapat dikerjakan kepada baja lunak adalah :

- a. Cat }
- b. Bitumen }
- c. Karet } ini harus dikerjakan sesuai BS.5493
- d. Logam }
- e. Plastik }

Baja lunak dapat dilindungi dengan lapisan plastik dengan cara mencelup ke dalam plastik sel atau bubuk. Dapat juga dilakukan dengan penyemprotan. Oleh karena pengerjaan ini memerlukan pengetahuan serta peralatan khusus, maka disarankan agar meminta petunjuk dari pekerja-pekerja ahli.

Juga dapat digunakan lembaran baja galvani berlapis PVC, dimana sebuah lapisan tipis PVC seperti plastik direkatkan pada baja dengan panas dan tekanan sewaktu pembuatannya.

Ketrampilan dan keahlian dalam merancang dan pembuatan bahan-bahan ini sangat diperlukan, jika tidak maka kegagalan mungkin terjadi karena bahan tidak dirapatkan kembali dengan baik, ataupun tidak dapat sempurna sesudah terjadi pengerjaan potong, bor atau sambung. Pengikat-pengikat non metal harus digunakan.

7.1.6. Perlindungan Lembaran Bergalvan.

7.1.6.1. Seluruh permukaan yang telah dibersihkan dari lapisannya.

Sewaktu pembuatan harus diberi lapisan pelindung yang sesuai dengan galvan.

7.1.6.2. Jika keadaan membutuhkan lapisan pelindung tambahan kepada lembaran galvani, maka harus digunakan salah satu dari lapisan yang disebutkan dalam butir 7.1.5.4.

7.1.7. Baja Tahan Karat (Stainless Steel)

Jika keadaan mengharuskan digunakannya menara pendingin dari baja tahan karat, karena kombinasi sifat perbandingan kekuatan yang tinggi terhadap berat dan ketahanan korosi yang tinggi. Disarankan agar bahan yang digunakan sesuai dengan ketentuan BS.1449 Part 2.

7.1.8. K a y u

Keuntungan yang didapat dengan penggunaan kayu adalah mudahnya dalam pengerjaan, maka kebanyakan kayu yang diperdagangan amat mudah menjadi lapuk, sehingga diperlakukan bahan pengawet yang cocok dalam lingkungan menara pendingin.

Tiga jenis kayu yang amat banyak diperdagangan adalah :

- a. Douglas Fir, yang disebut Pinus Columbia atau Oregon (Pseudotsuga taxifolia).
- b. Redwood, juga disebut Pinus Scot, Redwood Baltie dan Red Deal. (Pinus Sylvestris)
- c. Western Red Cedar (Thuja plicata)

Dalam keadaan basah, kayu mudah menjadi lapuk lembut yang disebabkan oleh serangan jamur dan juga dapat dipengaruhi oleh keadaan asam dan alkali di luar batas pH 5 dan pH 8 yang berakibat degradasi dari jaringan kayu (liguin), sehingga mengurangi kekuatan mekanisnya.

Larutan klorin lebih dari 1 ppm yang digunakan untuk mematikan jasad renik dapat pula menyerang kayu. Oleh karena itu umumnya dipakai bahan pengawet yang secara efektif memperpanjang umur bahan (BS.4072).

Kalau diperlukan hubungan logam pada kayu, logam harus dari baja yang digalvanis celup panas, kuningan bahari, perunggu komersial atau tembaga.

7.2. Bahan untuk Pengisi Menara.

Bahan yang saat ini umum dipakai sebagai pengisi dalam menara pendingin pra-pabrikasi adalah sebagai berikut :

- a. Asbes Semen
- b. Asbes Neopren
- c. Logam
- d. Plastik;
- e. Bahan campuran Resin.
- f. Kayu.

Sifat-sifat umum dari bahan tersebut telah diuraikan pada butir 7.1.

7.2.1. Asbes Semen

Bahan ini tersedia dalam bentuk lembaran atau pelat atau dalam bentuk gelombang (corrugated). Bahan ini sesuai untuk pengisi jenis aliran lapisan dan tidak terbakar, tidak lapuk dan dapat digunakan pada suhu yang sangat tinggi. Walaupun demikian bahan ini dapat pecah dalam kondisi suhu sangat rendah (beku) akibat kejutan termal dan lebih berat dibandingkan dengan kebanyakan bahan pengisi lainnya.

7.2.2. Asbes Neopren

Asbes Neopren adalah campuran serta asbes dan neopren dengan 90% serta asbes, 8% neopren dan 2% air. Bahan ini terutama digunakan untuk pengisi jenis aliran lapisan dengan kelebihan seperti bahan asbes semen dan ringan tetapi tidak akan mudah retak akibat kejutan termal dalam kondisi suhu sangat rendah (beku).

7.2.3. L o g a m

Logam yang dapat digunakan sebagai bahan pengisi adalah :

7.2.3.1. Alumunium.

Bahan ini mudah dibentuk dan ringan serta dapat digunakan sebagai pengisi jenis aliran tipis dan percikan. Tetapi karena cenderung akan korosi berlubang, kadang-kadang diperlukan pelindung lanjutan dengan anodisasi atau perlakuan lainnya.

7.2.3.2. Baja Lunak.

Bahan ini sesuai untuk pengisi jenis aliran tipis dan jenis percikan, tetapi beratnya sedang dan seringan alumunium atau plastik. Karena tidak tahan terhadap korosi perlu diberikan perlindungan seperti dengan galvaisasi celup panas setelah pembuatannya. (lihat butir 7.1.5.)

7.2.3.3. Baja Tahan Karat

Bahan ini sesuai untuk pengisi jenis aliran tipis dan jenis percikan serta tidak memerlukan perlindungan tambahan. Bahan lapisan yalebih tipis dapat digunakan untuk kekuatan tertentu dibandingkan dengan baja lunak.

7.2.4. Plastik.

Bahan plastik berbeda dengan bahan pengisi lainnya, karena plastik dapat dibentuk dengan cara vakum atau dikempa/dipres dari lembaran atau dibentuk secara injeksi dari butiran- butiran maupun dari bubuk dalam keadaan panas. Dengan demikian hampir semua bentuk atau konfigurasi pengisi dapat dibuat sesuai keinginan perancang.

Bahan ini ringan dan memiliki daya tahan alami terhadap bahan kimia kecuali bahan pelarut. Walaupun demikian bahan ini bisa menimbulkan bahaya kebakaran yang besar, khususnya karena konfigurasi pengisi yang rapat dan bahwa kebakaran akan terbatas dalam suatu selubung dan karena itu intensitasnya akan bertambah dan memangsa seluruh pengisi dengan cepat.

Jenis plastik berikut ini yang sesuai sebagai bahan pengisi:

7.2.4.1. Resin Asetal.

Bahan ini umumnya hanya sesuai untuk pengisi aliran jenis percikan. Bahan ini mempunyai kekakuan yang baik tanpa menjadi getas yang

menggabungkan sifat ulet dan kenyal. Bahan ini lebih ringan dibandingkan kebanyakan bahan lainnya dan dapat menimbulkan api tetapi lambat terbakar. Hanya sesuai untuk bentuk injeksi atau ekstrusi dan dapat digunakan pada suhu sampai 100°C.

7.2.4.2. Polypropylene

Bahan ini plastik ini mempunyai daya tahan yang baik terhadap bermacam-macam pelarut dan sesuai untuk pengisi jenis aliran tipis atau percikan. Tersedia dalam bentuk lembaran untuk pabrikan atau pembentukan vakum dan juga dalam bentuk butir atau serbuk untuk injeksi atau cetak pres dan ekstrusi. Pada suhu 20°C dalam hal kekakuan bahan ini sebanding dengan polyethelene kerapatan tinggi, tetapi pada suhu lebih tinggi memiliki kelebihan karena suhu pelunakannya yang lebih tinggi serta dapat digunakan sampai suhu 90°C tanpa mengalami distorsi.

7.2.4.3. Polystyrene

Bahan ini sesuai untuk pengisi jenis percikan atau jenis aliran lapisan sampai pada suhu 60°C tetapi tidak tahan terhadap kebanyakan zat pelarut dan menjadi mudah retak/getas dalam waktu singkat. Cocok untuk bentukan injeksi atau kompresi serta ekstrusi dan dapat diproduksi dalam berbagai kombinasi. Polystyrene adalah salah satu dari jenis plastik yang terbaik untuk bentukan injeksi, dapat diekstrusi dan digiling menjadi lembaran untuk bentukan secara vakum. Polystyrene tahan benturan tinggi komersial yang paling banyak dipakai.

7.2.4.4. Polyethylene (Tingkat kerapatan tinggi)

Bahan ini tahan terhadap beberapa bahan pelarut dan cocok untuk filler (pengisi) jenis aliran tipis dan jenis aliran percikan. Tersedia dalam lembaran untuk pembuatan dan dalam butiran-butiran untuk bentukan ekstrusi dan penggilingan serta dapat digunakan dengan kondisi beban yang ringan pada suhu sampai dengan 60°C.

7.2.4.5. Polyvinil Chloride (PVC tidak plastis)

Tersedia dalam lembaran untuk pembuatan atau vakum atau pembentukan tekan dan dalam bentuk butiran dan bubuk untuk bentukan injeksi/cetak suntik atau kompresi/cetak tekan dan ekstrusi. Bahan ini mungkin merupakan yang paling unik diantara jenis termoplastik dan dapat digunakan untuk kondisi beban ringan pada suhu sampai 60°C. PVC yang tidak mudah terbakar tetapi akan menimbulkan uap beracun jika terkena api yang berasal dari sumber lain.

7.2.5. Bahan Campuran Resin.

Bahan ini sesuai untuk pengisi jenis aliran lapisan dan dengan berbagai jenis resin kecuali kelompok resin-amino. Dikenal sebagai komposisi thermo setting, dapat mengandung pengisian dan campuran bahan berserat, oleh sebab itu tidak dapat disebutkan sifat secara umum, kecuali bahwa bahan-bahan tersebut adalah hydropic (tidak menyerap cairan).

Plastik yang diperkuat serat gelas sesuai untuk dicetak baik dengan cetakan langsung melapis dengan tangan, semprotan atau cetak mesin dengan tekanan dan pemanasan. Cetak sangat sesuai untuk jumlah banyak. Cetakan langsung dengan tangan cenderung menjadi mahal dan karenanya jarang digunakan untuk membuat pengisi.

7.2.6. Kayu.

Kayu sesuai sebagai bahan untuk pengisi jenis aliran percikan atau jenis aliran tipis bertingkat. Bahan ini mempunyai berat sedang dan keuntungannya adalah mudah dalam pengerjaannya. Umumnya dipakai kayu lunak yang diperlukan dengan bahan pengawet yang sesuai (lihat butir 7.1.8.) yang dibentuk bertingkat dan dirakit pada sel-sel. Walaupun kayu dapat terbakar, tetapi pembakarannya lebih lambat dari plastik.

7.3. Bahan Untuk Sistem Distribusi.

Sistem distribusi pada dasarnya terbagi dalam dua kategori dasar :

- a. Distribusi jenis sembur
- b. Distribusi jenis talang/bak berlubang

7.3.1. Distribusi Jenis Sembur

Dalam distribusi jenis sembur ini biasanya digunakan bahan-bahan yang sama untuk kepala sistem pipa pembawa air dan distributornya yang dapat berupa nosel ataupun penyemprot baja dan plastik adalah bahan yang paling umum dipakai saat ini, jika digunakan kombinasi bahan itu maka harus sesuai.

7.3.2. Distribusi Jenis Talang/Bak Berlubang.

Sistem distribusi jenis berlubang dapat menggunakan setiap bahan yang sesuai, tetapi pada suatu tingkatan tertentu akan ditentukan oleh pabrik karena adalah pada umumnya dipakai bahan yang sama dengan kerangkanya atau pengisinya. (lihat butir 7.1. dan 7.2.)

8. KEBISINGAN DAN GETARAN MENARA PENDINGIN.

8.1. Kebisingan Yang Mengudara.

Pengukuran kebisingan yang dikeluarkan oleh pabrik pembuat menara pendingin rakitan pabrik harus sesuai dengan persyaratan dalam SNI.

Kebisingan menara pendingin yang kemungkinan besar akan menimbulkan protes, harus menjadi perhatian utama dalam menetapkan tingkat kebisingan yang diizinkan. Dalam *SNI.19-1505-1989, Cara Pengukuran Tingkat Bunyi Mesin Perkakas*, diberikan petunjuk mengenai berapa besar tingkat kebisingan yang diukur boleh lebih tinggi dari tingkat kebisingan ambien. Walaupun demikian mungkin ada ketentuan setempat yang dalam banyak hal menetapkan tingkat kebisingan tidak boleh melebihi sesuatu nilai tertentu.

Bila dikehendaki pembeli, pemasok dapat menyediakan analisa daerah frekuensi yang diukur pada saat menara beroperasi dan menimbulkan suara yang sangat keras, sehingga dapat dibandingkan dengan tingkat yang ditetapkan oleh klien seperti dalam butir 4.1.8. dan 4.2.12.

8.2. Kebisingan Ditransmisikan Lewat Konstruksi

Kebisingan dan getaran dari kipas, air jatuh, pompa dan peralatan bantu lainnya dapat ditransmisikan melalui konstruksi menara ke dasarudukan menara dan selanjutnya kepada gedung.

Oleh karena dalam keadaan tertentu mungkin perlu menjamin bahwa transmisi ini diredam sampai batas yang dapat diterima dalam daerah yang dikehendaki.

Dalam keadaan demikian perlu ditentukan frekuensi terendah yang dibangkitkan oleh komponen manapun dari menara dan kemudian memasang peralatan anti getaran yang mampu memberikan perlindungan terhadap getaran dari frekuensi tersebut dan yang lebih tinggi. Bergantung pada rancangan menara, perlindungan semacam ini dapat dicapai dengan menggunakan dudukan khusus anti-getaran.

Pilihan lain adalah menggunakan bahan anti-getaran dalam bentuk lembaran tipis atau tebal pada dasar menara atau di bawah balok beton. Dalam banyak hal, memasang menara di atas dudukan khusus anti-getaran menuntut pula pemasangan sambungan fleksibel pada pipa dengan penyangga pipa yang terpisah pada lokasi yang kritis.

Dalam hal kebisingan yang ditimbulkan oleh kerangka atau getaran kipas saja yang harus dikurangi, maka diharapkan, biarpun tidak selalu praktis, untuk mengisolasi kipas dari menara dengan menggunakanudukan anti getaran dan sambungan yang fleksibel. Teknik ini meniadakan keharusan untuk memasang bagian-bagian pengerjaan pipa yang fleksibel atau sambungan untuk keperluan lain.

9. PENGENDALIAN MUTU AIR

Sesuai dengan butir 10.4. dari *SNI.05- 3000-1992, Menara Pendingin Air - Rancangan Termal dan Fungsional*.

10. PERAWATAN.

Rancangan menara pendingin harus mencakup cara masuk yang aman, cukup ukurannya dan mudah untuk mencapai semua komponen menara yang menuntut perawatan berkala. Seluruh perkakas khusus yang diperlukan untuk perawatan menara pendingin harus disediakan oleh pabrik pembuat. Buku dan lembaran- lembaran instruksi yang diperlukan dalam operasi serta pemeliharaan menyeluruh harus disediakan oleh pabrik pembuat.

11. PENGUJIAN.

Pengujian dan uji penerimaan harus sesuai dengan persyaratan yang dinyatakan dalam *SNI.05-2999-1992, Menara Pendingin Air - Cara Uji*.

TABEL I.

Sifat-sifat korosi dari bahan-bahan yang dipakai
dalam konstruksi Menara Pendingin Air.

Bahan	Sifat Korosi
Alumunium	: Rusak oleh Chloride kadar tinggi pada semua tingkat pH.
Asbes	: Kemungkinan rusak oleh getaran. Kandungan asam cenderung menghasilkan elektrolit yang akan merusak komponen pengikat. Ketahanan terhadap cuaca baik kalau dilapis dengan glasur.
Bitumen	: Pelapis untuk wadah atau kolam pendingin. Tidak rusak oleh pencemar yang umum. Bisa retak dengan bertambahnya umur dan perubahan suhu
Paduan Tembaga	: Rusak oleh alkalinitas tinggi pada paduan seng dalam kuningan yang menyebabkan kekurangan seng dalam paduan.
Besi Tuang	: Mudah rusak/dipengaruhi oleh aerosi. Kondisi alkalin dapat memberikan perlindungan cukup.
Beton	: Peka terhadap air yang bersifat asam yang selanjutnya berakibat kesulitan endapan lumpur. Kondisi alkaline pH 4 dan sedikit di atas pH 8,5.
Tembaga	: Stabil dalam sebagian kondisi air. Beberapa kerusakan pada pH di bawah 4 dan sedikit di atas 8,5.
Fibreglass	: Memuaskan untuk semua kondisi wajar dalam sistem pendingin walaupun sedikit perubahan bisa terjadi jika pH tinggi secara tak terputus-putus dapat di pertahankan.

Baja Galvanis : Peka terhadap serangan uap jenis sulphur pada semua tingkatan pH. Diborkan untuk perlindungan logam yang lebih mulia dalam sistem seperti baja atau tembaga. Kerusakan tidak harus ditimbulkan oleh pengaruh tingkat pH.

Baja Lunak : Serangan oksigen akan terjadi karena aerasi pada hampir semua tingkat pH.

Plastik : Sangat sesuai untuk bahan pengisi dan sebagainya tetapi dengan bertambahnya umur akan menjadi getas / mudah retak dan bisa pecah.

Porselen : Digunakan sebagai piringan pemercik di beberapa menara. Biasanya tidak ada kerusakan, tetapi sedikit aerosi karena gejala abrasip (pengausan).

Karet : Tidak dipengaruhi oleh keadaan air. Dapat menjadi keras dan retak.

Baja Tahan Karat : Rusak oleh asam hidroklorik (dalam pembersihan dengan bahan kimia). Peka terhadap kerusakan oleh kandungan klorida tinggi (di atas 100 ppm)

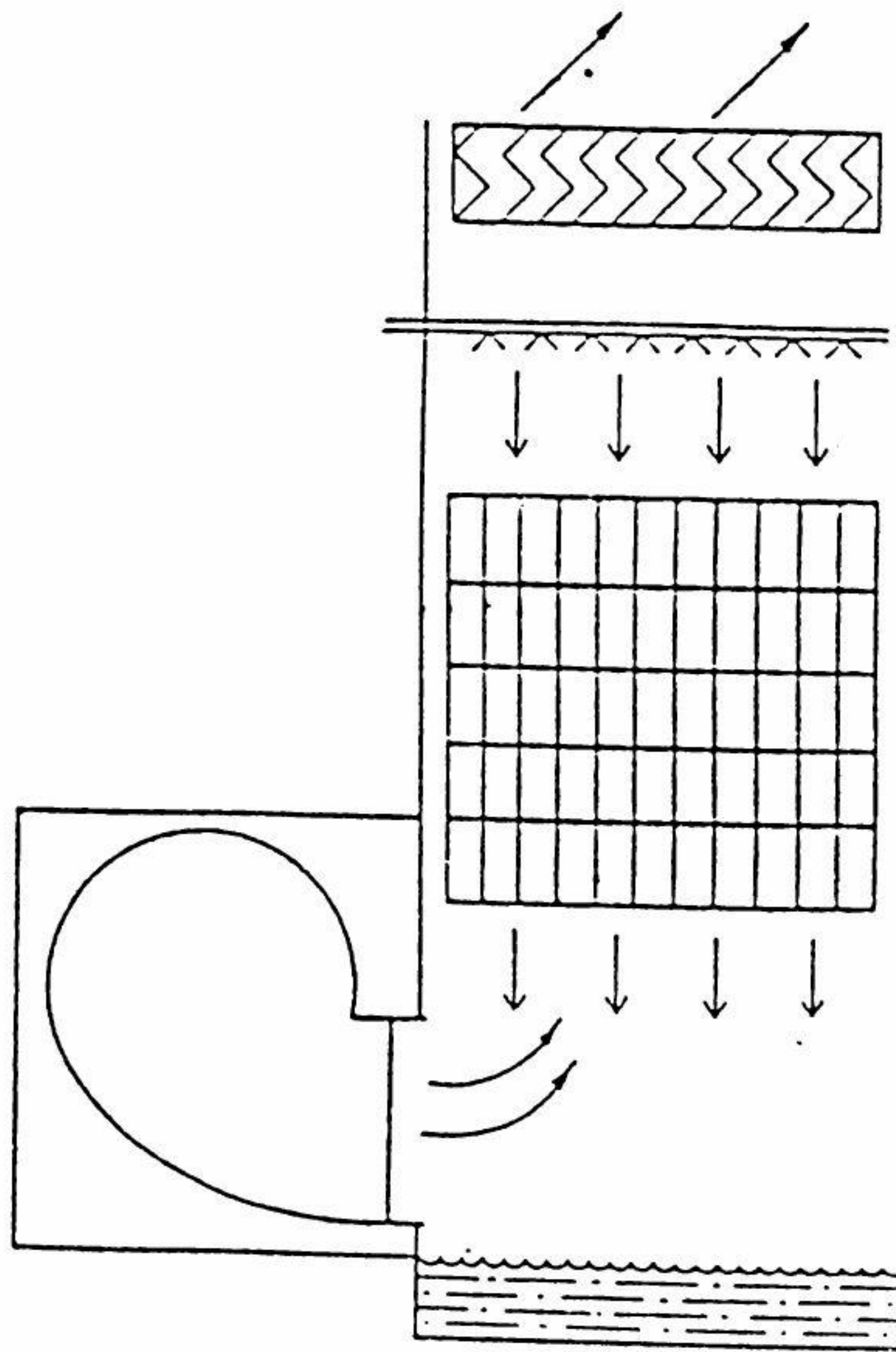
Kayu : Penguraian jaringan kayu disebabkan oleh keadaan alkali dan seterusnya dirusak oleh chlorine.

Seng : Peka terhadap pengaruh uap jenis sulphur / belerang.

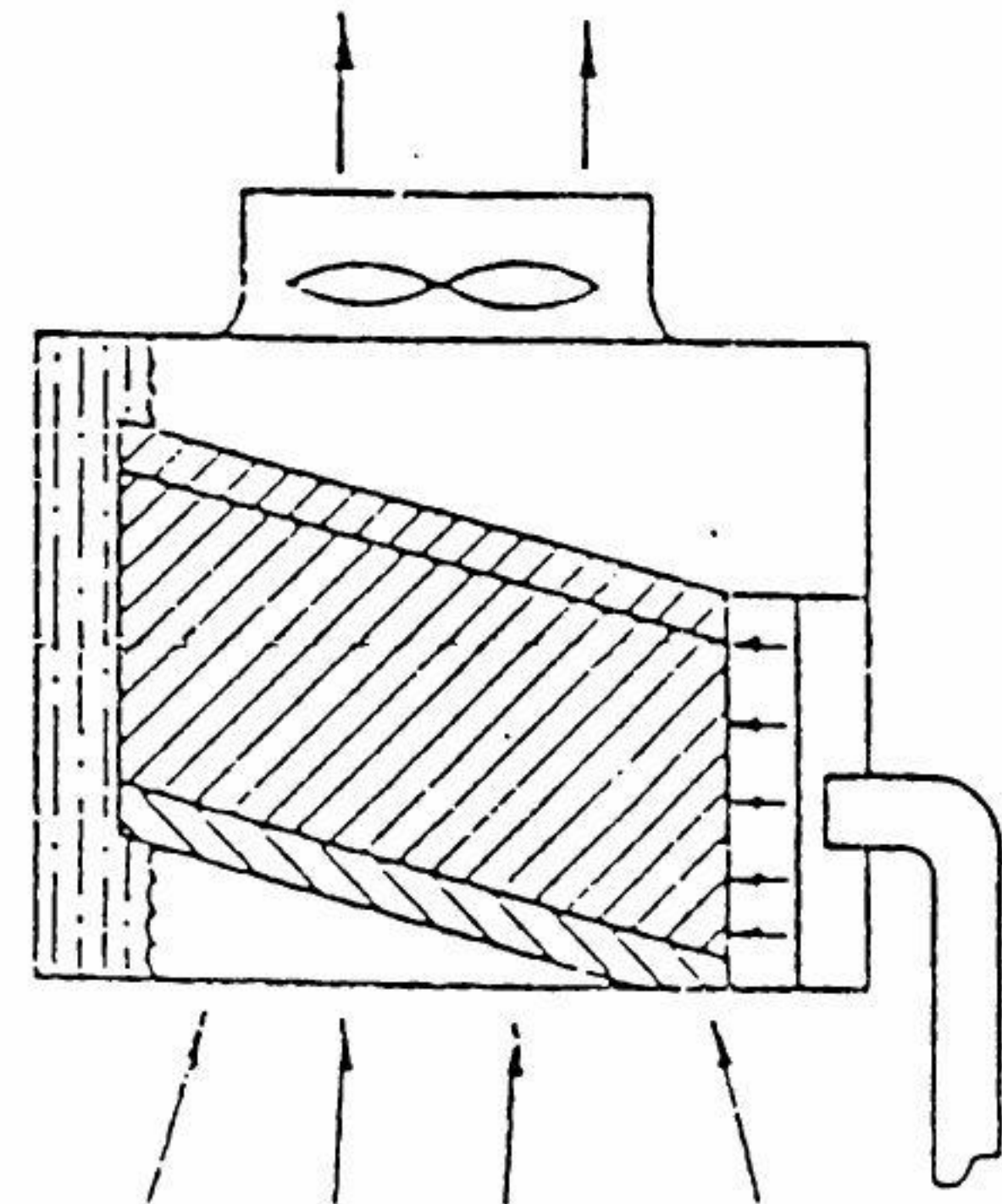
Catatan : 1. Pembersihan dengan asam perlu, karena kurang perawatan dan pengendalian endapan akan menyebabkan kerusakan pada hampir semua bahan konstruksi kecuali bila telah diambil langkah pencegahan.

2. Banyak sistem lapisan pelindung yang dipatenkan, tetapi penting untuk diperhatikan secara efektif dengan "Shot Blasting" atau cara mekanis lainnya untuk menghilangkan semua kerak, debu dan lemak.

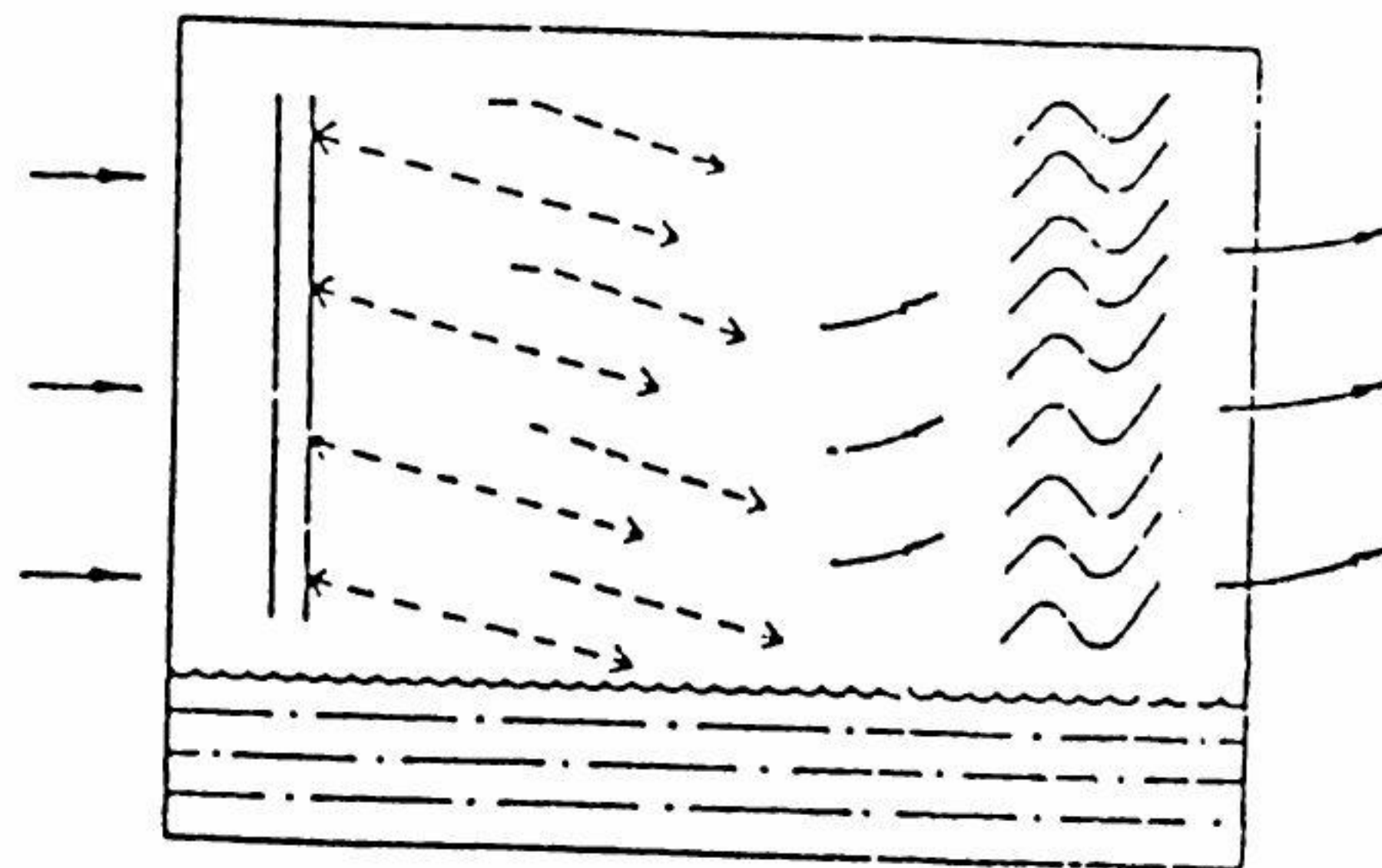
3. Kerusakan elektrolitik juga akan menyebabkan korosi dan kehilangan sebagai akibat pemasangan jenis logam yang tidak sama pada sistem yang sama. Tingkat pH yang rendah dalam air akan meningkatkan tegangan listrik yang menyebabkan korosi tersebut.



a) Jenis Menara Aliran Udara Tekan Sentrifugal.



b) Menara Aliran Silang Tunggal.



c) Menara Pengisian - Sembur

Gambar -1 : Gambar Jenis-jenis Dasar Menara Pendingin.

